UJI PATOGENITAS *Beauveria bassiana* TERHADAP MORTALITAS *Helopeltis* spp. PADA TANAMAN KAKAO DI KEBUN DINAS KARANGGEDONG KABUPATEN TEMANGGUNG

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Biologi

oleh

Siti Nur Faizah

4411414001

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul "Uji Patogenitas *Beauveria bassiana* terhadap Mortalitas *Helopeltis* spp. pada Tanaman Kakao di Kebun Dinas Karanggedong Kabupaten Temanggung" disusun berdasarkan hasil penelitian saya bersama dosen pembimbing I. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperolehh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 14 Maret 2018

METERAI TEMPEL
22458AEF985857208
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Siti Nur Faizah

4411414001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

"Uji Patogenitas *Beauveria bassiana* terhadap Mortalitas *Helopeltis* spp. pada Tanaman Kakao di Kebun Dinas Karanggedong Kabupaten Temanggung"

disusun oleh

Siti Nur Faizah
4411414001

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 21 Maret 2018.

Panitia Ujian

Ketua

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Dra. Endah Peniati, M.Si.
NIP. 196511161991031001

Penguji Utama

Prof. Dr. Enni Suwarsi Rahayu. M.Si.
NIP. 196009161986011001

Anggota Penguji I/
Pembimbing I

Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P.
NIP. 196304071990032001

Anggota Penguji II/
Pembimbing II

Dra. Endah Peniati, M.Si.
NIP. 196511161991031001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Hidup adalah pilihan, perjuangkan jalan yang telah kamu pilih.

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap (Q.S Al-Insyirah: 5-8).

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua yang selalu saya harapkan ridhonya, Ibu Kholidah Asiah dan Bapak Prayitno, yang senantiasa memberikan doa dan dukungan, untuk adik-adik yang saya sayangi, Muhammad Kholil dan Farida Ulfa serta untuk seorang yang selalu memberi semangat, Mas Sadikun.

ABSTRAK

Faizah, Siti Nur. 2018. ***Uji Patogenitas Beauveria bassiana terhadap Mortalitas Helopeltis* spp. *pada Tanaman Kakao di Kebun Dinas Karanggedong Kabupaten Temanggung.*** **Skipsi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P. dan Dra. Endah Peniati, M.Si.**

Kakao termasuk dalam lima besar komoditas perkebunan di Indonesia. Salah satu daerah pengembangan kakao di Jawa Tengah adalah Kebun Dinas Karanggedong yang terletak di Kabupaten Temanggung. Pada masa panen kakao 2016, buah kakao di Kebun Dinas Karanggedong terserang hama penghisap buah *Helopeltis* spp. yang merupakan hama utama pada tanaman perkebunan di Indonesia. Belum ada upaya pengendalian *Helopeltis* spp. di Kebun Dinas Karanggedong. Salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan adalah menggunakan agensia hayati berupa jamur patogen *B. bassiana* yang dapat menginfeksi *Helopeltis* spp. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi *Beauveria bassiana* terhadap mortalitas *Helopeltis* spp., serta menentukan dosis rekomendasi *B. bassiana* untuk pengendalian *Helopeltis* spp. pada kakao. *B. bassiana* yang digunakan dalam penelitian merupakan *B. bassiana* formulasi kaolin diproduksi oleh Balai Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Salatiga. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental satu faktor yaitu dosis *B. bassiana* yang terdiri atas empat perlakuan, yaitu 0 g/L, 20 g/L, 30 g/L, dan 40 g/L dengan delapan kali ulangan. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Variabel bebas dalam penelitian adalah dosis *B. bassiana* dan variabel terikat adalah mortalitas *Helopeltis* spp. Data mortalitas *Helopeltis* spp. dianalisis secara statistik dengan uji Anava satu arah, apabila terdapat perbedaan yang nyata, dilanjutkan dengan uji *Least Signifcance Different* (LSD). *B. bassiana* yang digunakan termasuk dalam kategori baik karena mempunyai kerapatan konidia 4,2 x 10^8 konidia/mL dengan viabilitas sebesar 67,2%. Hasil uji Anava menunjukkan ada pengaruh dosis *B. bassiana* terhadap mortalitas *Helopeltis* spp. Berdasarkan hasil uji LSD pada minggu ke 3 dan ke 4 perlakuan diperoleh dosis 30 g/L merupakan dosis yang direkomendasikan untuk pengendalian *Helopeltis* spp. pada tanaman kakao. Jamur *B. bassiana* dapat beradaptasi dengan baik pada lokasi penelitian dengan suhu siang hari berkisar antara 25-35°C, kelembaban udara 66-99%, dan intensitas hujan hampir setiap hari pada saat penelitian. Penelitian membutuhkan waktu lebih dari empat minggu untuk mematikan seluruh serangga uji.

Kata kunci: *Beauveria bassiana*, *Helopeltis* spp., Kakao, Mortalitas.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan tak lupa sholawat serta salam yang senantiasa dihaturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, sehingga penulis dapat meneyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "Uji Patogenitas *Beauveria bassiana* terhadap Mortalitas *Helopeltis* spp. pada Tanaman Kakao di Kebun Dinas Karanggedong Kabupaten Temanggung". Skripsi ini merupakan bagian penelitian payung dari Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Biologi Universitas Negeri Semarang. Penulisan skrispi ini tidak lepas dari hambatan, namun berkat bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak skripsi ini dapat diselesaikan. Atas selesaikannya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan pada penulis untuk dapat melaksanakan studi di Universitas ini.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberi izin penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ketua Jurusan Biologi yang memberikan kemudahan administrasi dalam proses penyusunan skripsi.
4. Dr. Ir. Dyah Rini Indiyanti, M.P. dosen pembimbing pertama yang telah mengikutsertakan penulis dalam penelitiannya juga meluangkan waktu untuk membimbing, memotivassi, dan membagi ilmu pengetahuan kepada penulis.

5. Dra. Endah Peniati, M.Si. dosen pembimbing kedua yang telah memberi bimbingan, saran dan motivasi kepada penulis.
6. Prof. Dr. Enni Suwarsi Rahayu, M.Si. dosen penguji yang sabar memberi kritik dan saran kepada penulis.
7. Bapak Muji Slamet yang sudah membantu fasilitas dalam penelitian yang dilaksanakan penulis di Balai Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan (BPTPHP) Salatiga.
8. Bapak Komarudin, selaku Kepala Kebun Dinas Karanggedong yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian Kebun Dinas Karanggedong
9. Bapak Prayitno dan Ibu Kholidah Asiah yang senantiasa memberikan kasih sayang dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
10. Sahabatku Alfath Fanindya yang telah membantu penulis dalam mengambil data penelitian.
11. Sahabatku Dyken, Endang, Kuncara, Agnes, Taufiq, Wulan, Riska, Husni, Addin, Widya dan teman-teman Biologi 2014 yang telah menemani perjuangan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semarang, 14 Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman sampul ……	i
Pernyataan ……	ii
Pengesahan ……	iii
Motto dan Persembahan ……	iv
Abstrak ……	v
Kata Pengantar ……	vi
Daftar Isi ……	viii
Daftar Tabel ……	x
Daftar Gambar ……	xi
Daftar Lampiran ……	xii
BAB 1. PENDAHULUAN ……	1
1.1. Latar Belakang …… .	1
1.2. Rumusan Masalah ……	5
1.3. Tujuan Penelitian ……	5
1.4. Manfaat Penelitian ……	6
1.5. Penegasan Istilah ……	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA ……	8
2.1. Kepik Penghisap *Helopeltis* spp. ……	8
2.2. Jamur *Beauveria bassiana* ……	11
2.3. Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) ……	13

2.4. Kerangka Berfikir …… 15

2.5. Hipotesis …… 16

BAB 3. METODE PENELITIAN …… 17

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian …… 17

3.2. Populasi dan Sampel Penelitian …… 17

3.3. Variabel Penelitian …… 18

3.4. Alat dan Bahan …… 18

3.5. Rancangan Penelitian …… 20

3.6. Prosedur Penelitian …… 21

3.7. Pengumpulan Data …… 25

3.8. Analisis Data …… 25

BAB 4. HASIL & PEMBAHASAN ……. 26

4.1. Kerapatan dan Viabilitas Konidia *B. bassiana* …… 26

4.2. Infeksi *B. bassiana* pada *Helopeltis* spp. …… 27

4.3. Persentase Mortalitas *Helopeltis* spp. …… 30

BAB 5. SIMPULAN & SARAN …… 36

5.1. Simpulan …… 36

5.2. Saran …… 36

DAFTAR PUSTAKA …… 37

LAMPIRAN …… 41

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
3.1.	Alat Menghitung Kerapatan dan Viabilitas Konidia *B. bassiana* ……	18
3.2.	Alat Uji Patogenitas *B. bassiana* terhadap Mortalitas *Helopeltis* spp. ……	19
3.3.	Bahan dalam Penelitian Uji Patogenitas *B. Bassiana* terhadap Mortalitas *Helopeltis* spp. ……	19
3.4.	Standar Kualitas APH ……	23
4.1.	Kerapatan Konidia *B. bassiana* pada Suspensi 1g dalam 100mL ……	26
4.2.	Viabilitas Konidia *B. bassiana* setelah Inkubasi 8 Jam …	27
4.3.	Ringkasan Hasil Uji ANOVA Satu Arah pada Minggu Ke 2 sampa Ke 5 Perlakuan ……	32
4.4.	Rata-rata Persentase *Helopeltis* spp. yang mati akibat *B. bassiana* pada minggu ke 1-5 pengamatan ……	33
4.5.	Suhu dan Kelembapan di Kebun Dinas Karanggedong …	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1.	Morfologi H. bradyi Dewasa dari Pandangan Lateral dan Dorsal Betina dan Jantan ……	10
2.2.	Morfologi *B. bassiana* Tampak Hifa dan Konidia ……	11
2.3.	*Helopeltis* spp. yang Terinfeksi *B. Bassiana* ……	12
2.4.	Buah Kakao Sehat, dan Buah yang Terserang Helopeltis spp. ……	14
2.5.	Kerangka Berfikir Penelitian ……	15
3.1.	Sarung Buah Kakao yang Berisi Helopeltis spp. diikat pada Tangkai Buah dan diberi Kode Perlakuan ……	24
3.2.	*Helopeltis* spp. diinkubasi dalam Mika dan diberi Alas Tisu Basah ……	25
4.1.	Hasil Inkubasi Helopeltis spp. Perlakuan Kontrol, Inkubasi Hari Pertama, Inkubasi Hari Ke 2, Inkubasi Hari Ke 4 ……	28
4.2.	Morfologi Beauveria bassiana Gambar pembanding dan Gambar Hasil Penelitian ……	30
4.3.	Persentase Rata-rata Mortalitas Helopeltis spp. yang Mati Akibat Penyemprotan B. bassiana Selama Lima Minggu Pengamatan ……	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1.	Dokumentasi Uji Kerapatan Konidia *B. bassiana* …	42
2.	Dokumentasi Uji Viabilitas Konidia *B. bassiana* ……	43
3.	Dokumentasi Uji Patogenitas *B. bassiana* ……	44
4.	Dokumentasi Hasil Inkubasi *Helopeltis* spp. ……	45
5.	Denah Lokasi Penelitian ……	46
6.	Perhitungan Kerapatan Konidia *B. bassiana* ……	47
7.	Perhitungan Viabilitas *B. bassiana* ……	48
8.	Perhitungan Mortalitas *Helopeltis* spp. ……	49
9.	Hasil Uji Anova Pengaruh Dosis B. bassiana terhadap Mortalitas *Helopeltis* spp. pada Minggu Ke 2-5 Penelitian ……	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kakao berada pada urutan ke lima sebagai komoditas utama perkebunan Indonesia. Tahun 2010-2014 pola pertumbuhan produksi kakao bernilai negatif. Tahun 2010 produksi kakao mencapai 839.918 ton. Jumlah ini terus mengalami penurunan sampai tahun 2013 jumlah produksi kakao sebesar 777.539 ton. Produksi kakao pada tahun 2014 mengalami peningkatan menjadi 817.322 ton, namun jumlah ini masih lebih rendah dari tahun 2010 (Kementrian Pertanian, 2015).

Provinsi Jawa Tengah mempunyai lahan perkebunan kakao dengan luas total 6.582 ha yang mampu menyumbang produksi kakao nasional 0,17 persen. Salah satu daerah penghasil kakao di Jawa Tengah adalah Kabupaten Temanggung. Namun produksi kakao di Kabupaten Temanggung masih rendah dibanding dengan daerah lain yang mempunyai luas lahan yang sama (Kementrian Pertanian, 2015).

Wilayah pengembangan kakao di Kabuaten Temanggung salah satunya adalah Kebun Dinas Karanggedong, Kecamatan Ngadirejo, Kabupaten Temanggung. Kebun ini memliki luas keseluruhan 7,44 ha dengan komoditas utama kopi robusta. Selain kopi, juga dikembangkan kakao dengan jumlah pohon yang baru mencapai 60 batang pohon. Meskipun baru tahap awal pengembangan, kakao telah menjadi komoditas bagi Kebun Dinas Karanggedong dengan nilai

penjualan kakao sebesar Rp 20.000,-/kg. (Laporan Tahunan Kebun Dinas Karanggedong, 2016).

Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Tengah pada masa panen kakao tahun 2016, menemukan adanya serangan hama pada tanaman kakao di Kebun Dinas Karanggedong. Hama teridentifikasi adalah *Conopomorpha cramerella* (penggerek buah kakao), *Helopeltis* spp. (kepik penghisap buah), dan *Zeuzera coffeae* (penggerek batang kakao). Karena berada dalam masa panen, hama yang paling banyak dijumpai adalah *Helopeltis* spp.

Dilaporkan bahwa tingkat serangan *Helopeltis* spp. di Jawa Tengah tahun 2013 mengalami peningkatan dari Triwulan I yang awalnya seluas 191,25 ha pada Triwulan II menjadi 231,54 ha (Yuniarti & Rahayu, 2013). Jumlah serangan *Helopeltis* spp. pada tahun 2016 belum dibuat laporan, namun diperkirakan masih luas. Serangan *Helopeltis* spp. di Kebun Dinas Karanggedong dijumpai hampir pada semua pohon kakao yang sedang berbuah. Dampak serangan *Helopeltis* spp. menyebabkan buah mengalami kerusakan dan berpotensi menurunkan produksi.

Helopeltis spp. dianggap sebagai salah satu hama utama pada tanaman perkebunan di Indonesia. Kerusakan buah kakao akibat serangan *Helopeltis* spp. berupa bercak-bercak cekung berwarna coklat muda yang lama kelamaan berubah menjadi kehitaman. Serangan *Helopeltis* spp. pada buah yang masih muda dapat menyebabkan perkembangan buah terhenti (Kresnawati *et al.*, 2010). Terhentinya perkembangan buah dapat menyebabkan kegagalan panen dan berdampak pada menurunya produksi kakao.

Upaya pengendalian *Helopeltis* spp. dapat dilakalukan dengan berbagai cara. Pengendalian mekanik dilakukan dengan cara menyelubungi buah dengan plastik (Fiana *et al.,* 2015), penyemprotan buah dan pohon dengan insektisida (Jalloh, 2015), memanfaatkan seranggan yang merupakan predator alami *Helopeltis* spp. (Panggalo *et al.,* 2014), pengendalian hama melalui pengelolaan habitat yang dapat mengembalikan keseimbangan agroekosistem, memperbaiki keadaan tanah (Purwaningsih *et al.,* 2014), dan menggunakan agensia pengendali hayati berupa cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Kresnawati *et al.,* 2010., Anggrawati, 2014., Gargita *et al.,* 2017).

Pengendalian secara mekanik dengan penyarungan memakan waktu yang lama karena penyarungan dilakukan pada setiap buah buah, disamping itu kondisi buah yang lembab menyebabkan buah mudah terinfeksi *Phytophthora palmivora* (Munier *et al.,* 2005). Penelitian Addison (2007) menyimpulkan bahwa penggunaan pestisida yang berulang dapat menyebabkan degradasi tanah, kepunahan spesies tertentu dan timbulnya spesies resisten. Jalloh (2015) menyatakan bahwa penggunaan pestisida mengurangi jumlah arthropoda tanah. Pengelolaan habitat perkebunan kakao daapat meningkatkan keanekaragaman hayati terutama musuh alami hama, namun pelaksanaannya membutuhkan waktu lama sekitar enam bulan (Purwaningsih *et al.,* 2014). Pengendalian menggunakan agensia hayati merupakan pilihan yang baik dalam hal pelestarian lingkungan dan konservasi keanekaragaman hayati (Goebel *et al.,* 2010).

Salah satu alternatif pengendalian yaitu menggunakaan agensia hayati berupa jamur. Beberapa jenis jamur yang telah dimanfaatkan untuk

mengendalikan hama antara lain *Metarhizium anisopilae, Beauveria bassiana, dan Lenicillium* spp.. Jamur *Beauveria bassiana* memiliki peran penting dalam pengendalian serangga hama dan tidak menimbulkan infeksi yang berarti pada serangga non hama (Yulin *et al.*, 2012).

Pemanfaatan *Beauveria bassiana* untuk pengendalian hama *Helopeltis* spp. sudah banyak dilaporkan (Kresnawati *et al.*, 2010., Anggrawati, 2014., Gargita *et al.*, 2017). Kresnawati (2010) menyatakan bahwa aplikasi *B. bassiana* dapat menurunkan serangan *Helopeltis* spp.. Hasil penelitian dari Anggrawati (2014) cendawan entomopatogen *B.bassiana* berhasil menyebabkan mortalitas imago *Helopeltis* spp. sebesar 100% pada hari kelima setelah perlakuan pada kerapatan konidia 10^8 dan 10^9/mL di laboratorium. Nilai LC_{50} sebesar 3.2 x 10^4 konidia/mL. Nilai LT_{50} dan LT_{95} pada kerapatan 10^6 konidia/ mL masing-masing adalah 5 hari dan 13 hari. Gargita *et al.*, (2017) menyarankan penelitian lebih lanjut mengenai patogenitas *B. bassiana* terhadap *Helopeltis* spp. dengan memperhitungkan konsentrasi dan viabilitas dari *B. bassiana.*

Pengendalian *Helopeltis* spp. di Kebun Dinas Kanranggedong belum pernah dilakukan, baik secara mekanik, menggunakan zat kimia maupun agensia hayati. Peneliti mencoba pengendalian *Helopeltis* spp. menggunakan agensia hayati berupa jamur *B. bassiana*. Penggunaan agensia hayati berupa jamur dipilih karena lokasi penelitian di kabupaten Temanggung yang termasuk daerah dataran tinggi. Daerah dataran tinggi cenderung memiliki suhu yang rendah dan kelembapan yang tinggi, sehingga memungkinkan konidia jamur yang dorman aktif kembali.

Bekerja sama dengan Balai Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan (BPTPHP) Salatiga dilakukan penelitian sebagai upaya pengendalian *Helopeltis* spp. di Kebun Dinas Karanggedong. Penelitian menggunakan menggunakan *B. bassiana* dalam formulasi kaolin yang diproduksi oleh BPTPHP Salatiga. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi *B. bassiana* dengan berbagai konsentrasi dengan kerapatan dan viabilitas tertentu terhadap mortalitas *Helopeltis* spp.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh dosis *B. bassiana* terhadap persentase mortalitas *Helopeltis* spp. di Kebun Dinas Karanggedong?
2. Berapa dosis *B. bassiana* yang paling efektif untuk pengendalian *Helopeltis* spp. pada kakao?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh dosis *Beauveria bassiana* terhadap mortalitas *Helopeltis* spp. dengan berbagai konsentrasi uji di Kebun Dinas Karanggedong.
2. Menentukan dosis efektif *B. bassiana* sebagai rekomendasi untuk pengendalian *Helopeltis* spp. pada kakao

1.4. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Mengurangi penggunaan pestisida dan beralih ke agensia pengendali hayati sebagai upaya pengendalian hama yang ramah lingkungan.
2. Memberikan rekomendasi dosis yang efektif dalam aplikasi *B. bassiana* sebagai agensia pengendali hayati untuk *Helopeltis* spp. pada tanaman kakao.

1.5. Penegasan Istilah

1. Uji Patogenitas

Uji yang dilakukan terhadap kemampuan relatif suatu patogen untuk menimbulkan penyakit pada inang. Patogen yang diuji dalam penelitian ini adalah patogen serangga (entomopatogen) berupa jamur *B. bassiana*.

2. *Beauveria bassiana* (Ordo: Moniliales, Famili: Moniliaceae)

Beauveria bassiana adalah salah satu jenis cendawan entomopatogen yang digunakan sebagai pengedali berbagai jenis hama, termasuk *Helopeltis* spp. yang menyerang buah kakao. Penelitian menggunakan konidia *B. bassiana* dalam formulasi kaolin yang diproduksi oleh Balai Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan (BPTPHP) Salatiga.

3. Mortalitas

Ukuran kematian dari suatu individu yang diakibatkan oleh hal spesifik tertentu. Mortalitas yang dihitung dalam penelitian ini adalah moertalitas *Helopeltis* spp.. Mortalitas yang dihitung dalam ukuran persentase.

4. *Helopeltis* spp. (Ordo: Hemiptera, Family: Miridae)

Helopeltis spp. merupakan serangga hama yang menghisap pucuk daun dan buah pada kakao. *Helopeltis* spp. yang digunakan dalam penelitian berada pada fase imago dan diperoleh dari Kebun Dinas Karanggedong, Kecamatan Ngadirejo, Kabupaten Temanggung.

5. Dosis Efektif

Dosis yang paling efektif dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil uji Anava dan uji LSD. Dosis efektif yang dijadikan rekomendasi merupakan *B. bassiana* dengan dosis yang lebih rendah, namun menyebabkan mortalitas *Helopeltis* spp. paling tinggi.

6. Kerapatan Konidia (konidia/mL)

Kerapatan konidia adalah jumlah konidia *B. bassiana* dalam formulasi kaolin. Kerapatan konidia *B. bassiana* dihitung menggunakan *haemocytometer*. Rumus perhitungan kerapatan konidia sesuai dengan Direktorat Perlindungan Perkebunan (2014).

7. Viabilitas Konidia (%)

Viabilitas konidia adalah daya kecambah dari konidia *B. bassiana* yang disimpan pada media kaolin dan diinkubasi selama 8 jam. Viabilitas konidia *B. bassiana* dihitung berdasar rumus Direktorat Perlindungan Perkebunan (2014).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kepik Penghisap *Helopeltis* spp.

Kepik penghisap merupakan sebutan bagi Genus Helopeltis yang termasuk dalam Family Hemiptera. Serangga tersebut merupakan hama penting yang menyerang beberapa tanaman perkebunan di Indonesia. Tanaman yang diserang *Helopeltis* spp. meliputi kakao, teh, jambu mete, kayu manis, kamper, akasia dan eukaliptus. Catatan serangan *Helopeltis* spp. di Pulau Jawa sudah dilaporkan sejak jaman kolonial Belanda (Melina *et al.*, 2016a).

Menurut Kalshoven (1981) klasifikasi *Helopeltis* spp. adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phyllum : Arthropoda

Class : Insecta

Ordo : Hemiptera

Family : Miridae

Genus : Helopeltis

Species : *Helopeltis* sp.

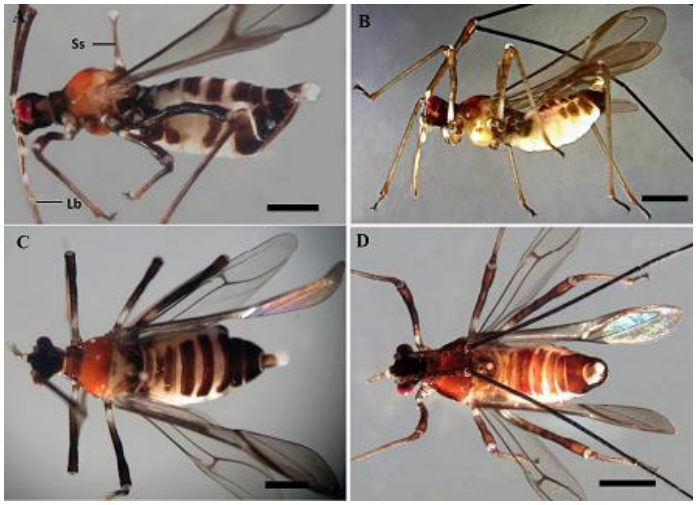
Berdasarkan perbedaan karakteristik morfologinya, terdapat 9 spesies Helopeltis yang ada di daerah Indonesia yaitu *H. bradyi*, *H. chinconae*, *H. antonii*, *H. cuneata*, *H. fasciaticollis*, *H. insularis*, *H. sulawesi*, *H. sumatranus*, dan *H. theivora* (Siswanto *et al.*. 2008., Karmawati, 2010., Atmadja, 2012). *H. antonii*

dan *H. bradyi* merupakan spesies yang paling banyak dipelajari dan dilaporkan di Pulau Jawa sejak abad 19 sampai sekarang. Sering terjadi kesalahan identifikasi diantara kedua spesies Helopeltis ini dikarenakan banyaknya persamaan karakter morfologi, minimnya pengetahuan mengenai perbedaan tentang alat-alat genital, dan tidak adanya morfologi spesifik mencolok yang langsung dapat digunakan untuk membedakan kedua spesies tersebut (Melina *et al.,* 2016a).

Nimfa *Helopeltis* spp. dibagi menjadi 5 tahap instar dengan karakteristik dan tahap perkembangan yang berbeda. Nimfa instar 1 memiliki panjang tubuh rata-rata 1,5 mm dengan warna coklat pada anggota gerak dan abdomennya. Memiliki antena yang lebih panjang dari tubuhnya. Nimfa instar 2 memiliki ukuran lebih besar, dengan rata-rata panjang tubuh 2,2 mm dan berwarna lebih terang dibanding nimfa instar 1. Nimfa instar 3 berwarna merah kehijauan dengan rata-rata panjang tubuh 3,4 mm. sayap mulai muncul pada tahap instar 3. Pada nimfa instar 4 warna tubuh berubah menjadi kehijauan dan rata-rata panjang tubbuh 4,4 mm. Sayap berkembang lebih baik dibandingkan instar 3. Instar 5 memiliki abdomen berwarna hijau tua, rata-rata panjang tubuhnya 5,2 mm. sayap telah berkembang sempurna pada fase instar 5 (Rustam *et al.,* 2014).

Helopeltis spp. jantan memiliki abdomen yang lebih tajam dan berwarna cenderung hitam dibagian atas abdomen. Sedangkan betina memiliki ovipositor berwarna hitam yang tersembunyi dibawah abdomen. Individu dewasa memiliki 2 pasang sayap dan antenna yang telah berkembang sempurna. Ukuran tubuh jantan lebih kecil dibanding betina (Rustamm *et al.,* 2014).

Helopeltis spp. dewasa memiliki warna tertentu yang merupakan ciri spesifik untuk menentukan spesiesnya. Misalnya pada *H. bradyi* abdomen berwarna coklat tua, sedangkan pada *H. theivora* berwarna hijau (Rustam *et al.*, 2014., Melina *et al.*, 2016b). Contoh perbedaan kelamin jantan dan betina dari *H. bradyi* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Morfologi *H. bradyi* Dewasa dari Pandangan Lateral dan Dorsal Betina (A, C) dan Jantan (B, D), Lb = labium, Ss = scutellar spine. Skala bar = 1mm (Sumber: Melina *et al.*, 2016b).

Hama *Helopeltis* spp. lebih menyukai buah dari pada bagian pucuk tanaman. Serangan pada buah menyebabkan buah menjadi bercak-bercak hitam, mengerut, dan jatuh sebelum matang. Nimfa menimbulkan dampak yang lebih ringan dibanding dengan fase dewasa karena pergerakan nimfa yang masih terbatas (Srikumar dan Bhat, 2013). Kelimpahan populasi *Helopeltis* spp. di pengaruhi oleh kehadiran predator alami. Predator alami *Helopeltis* spp. pada habitat kebun kakao menurut Panggalo *et al.* (2014) yakni spesies *Oecophylla smaragdina*, *Gastercantha* spp., *Leucauge venust*, *Cycloneda* spp. dan *Forticula auricularia*.

2.2. Jamur *Beauveria bassiana*

Boucias dan Pendland (1998) mengklasifikasikan jamur *B. bassiana* sebagai berikut:

Kingdom : Fungi

Division : Ascomycotina

Class : Hypomycetes

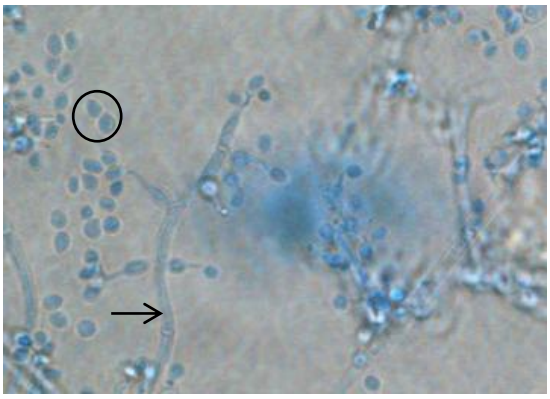
Ordo : Moniliales

Family : Moniliaceae

Genus : Beauveria

Species : *Beauveria bassiana* (Balsomo) Vuillemin.

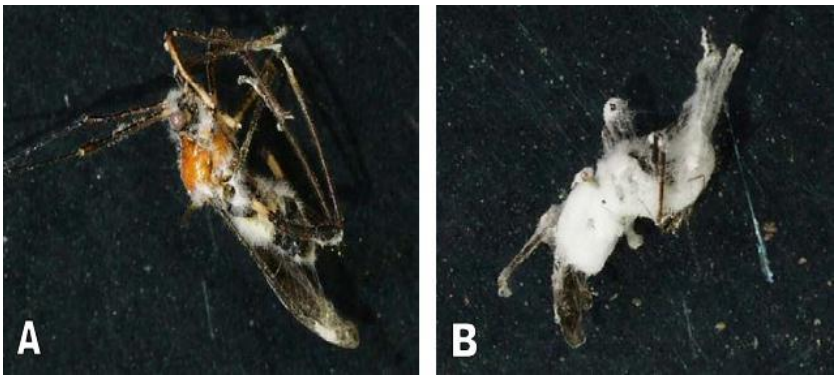
Konidia jamur *B. bassiana* berbentuk oval agak bulat sampai bulat telur. Memiliki struktur seperti buah anggur. Hifa bersekat dan perpanjangan hifa memiliki pola zig-zag (Ligozzi, 2014). Morfologi *B. bassiana* yang diamati dibawah mikropkop dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Morfologi *B. bassiana* Tampak Hifa dan Konidia. Perbesaran 600x (Sumber: Ligozzi, 2014).
○ = konidia. → = hifa

Jamur *B. bassiana* merupakan jamur patogen yang dapat menyebabkan infeksi pada serangga. *B. bassiana* memiliki >700 spesies serangga inang (Devi *et al.,* 2008). Penelitian terbaru telah membuktikan patogenitas *B. bassiana* telah banyak dilakukan dengan berbagai serangga inang yaitu *Chilo sacchariphagus* (Sianturi *et al.,* 2014), *Conopomorpha cramerella* (Fiana *et al.,* 2015), *Helopeltis* spp. (Gargita *et al.,* 2017).

Gargita *et al.,* (2017) menjelaskan gejala infeksi *B. bassiana* empat hari setelah aplikasi memperlihatkan serangga uji mati dengan ciri-ciri tubuh serangga mengeras, namun belum terlihat gejala yang jelas akibat infeksi dari *B. bassiana* jika diamati dengan mata telanjang. Pengamatan 8 hari setelah aplikasi muncul gejala serangan oleh jamur pada serangga uji yang ditandai dengan munculnya koloni jamur berwarna putih di seluruh bagian tubuh serangga uji, menyerupai gejala yang ditimbulkan oleh patogen serangga *B. bassiana*. Morfologi *Helopeltis* spp. yang terinfrksi jamur *B. bassiana* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. *Helopeltis* spp. yang Terinfeksi *B. Bassiana* (A). 8 Hari Inkubasi, (B). 12 Hari Inkubasi. (Sumber: Gargita *et al.,* 2017).

Kerapatan konidia berpengaruh terhadap lama waktu yang dibutuhkan untuk mematikan serangga inang. Kerapatan jamur *B. bassiana* tinggi serta volume semprot yang tinggi pula mengandung konidia yang lebih banyak banyak sehingga hifa dari jamur lebih mudah penetrasi. Perkembangan dan infeksi oleh jamur menjadi lebih cepat menimbulkan kematian dibanding dengan kerapatan konidia yang rendah (Hasnah *et al.*, 2012).

Virulensi jamur patogen membutuhkan waktu untuk menginfeksi sampai mematikan serangga, infeksi dimulai dari penempelan konidia, perkecambahan dan penetrasi (Hasyim et *al.*, 2009). Semakin banyak konidia yang menempel pada inang sasaran maka akan semakin cepat menginfeksi serangga inang (Sianturi *et al.*, 2014).

2.3. Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Theobroma cacao L. merupakan tanaman hutan hujan tropis, kakao diklasifikasikan sebagai bagian dari Family Sterculiaceae, Ordo Malvales yang berasal dari kawasan daerah tropis Amerika Selatan (Zhang & Motilal, 2016). Tanaman kakao tumbuh baik pada daerah berkisar 10°LU dan 20°LS. Sejak ditanam kakao membutuhkan waktu 5 tahun untuk menghasilkan buah, namun untuk mencapai produksi maksimal membutuhkan waktu 10 tahun (Verna, 2013).

Tanaman kakao tergolong tanaman pendek dengan tinggi 4-9 m. Memiliki daun tunggal, dan berwarna hijau muda-tua, permukaan daun halus pada kedua sisisnya. Bunga sangat kecil, berbentuk tandan, berwarna putih kemerahan dan tidak mengeluarkan bau. Tipe buahnya termasuk buah polong yang memiliki panjang 5-10 inchi dengan diameter sekitar 2-3 inchi dengan kulit buah yang

apabila masak dapat berubah warna menjaadi merah, kuning, coklat, sampai keunguan. Buah tumbuh pada batang atau cabang pohon. Biji besar, berbentuk bulat, berwarna putih keunguan (Briz, 2015). Perbedaan buah kakao sehat dan buah kakao yang terserang *Helopeltis* spp. disajikan dalam Gambar 2.4.

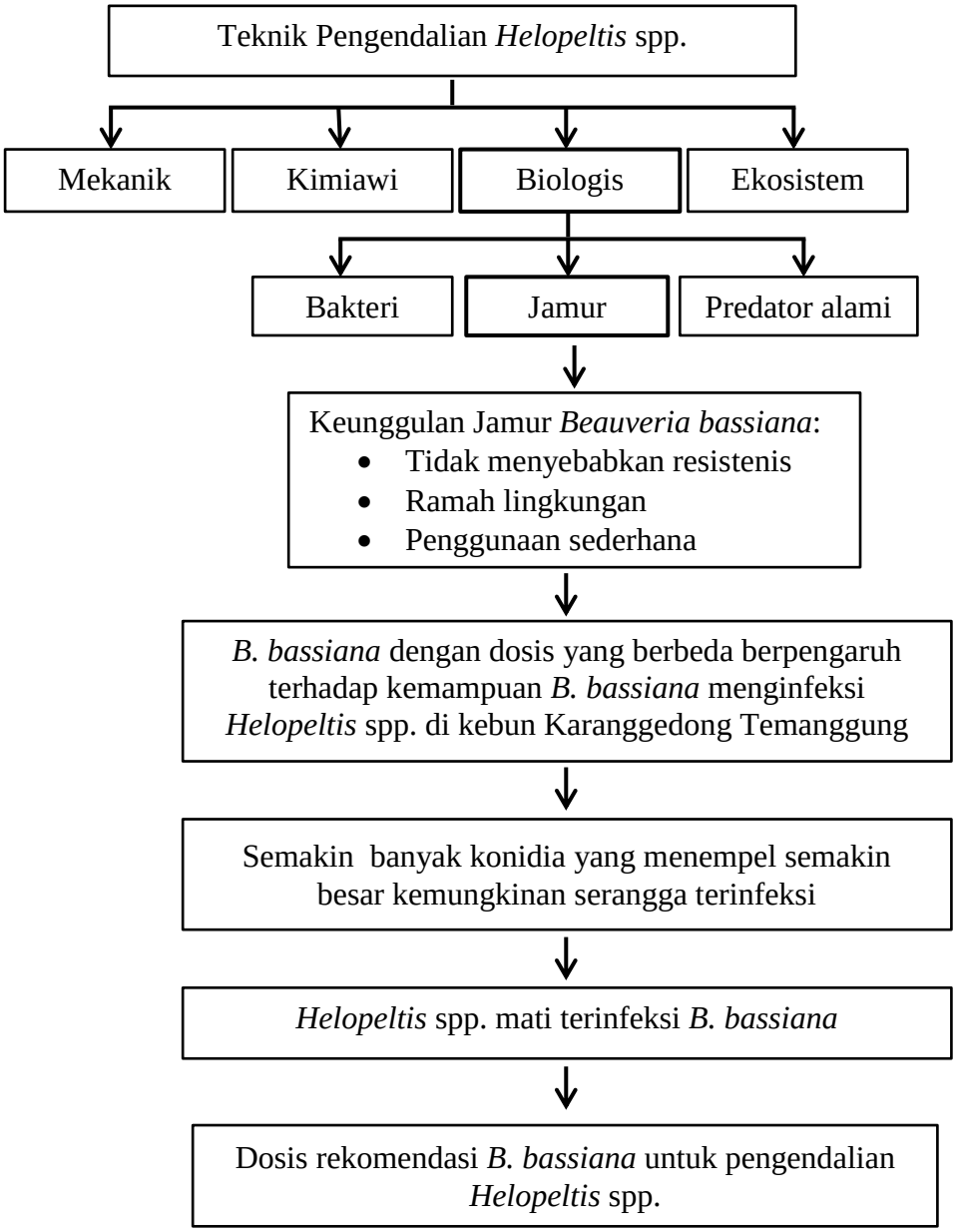
(A) (B)

Gambar 2.4. (A) Buah Kakao Sehat, (B) Buah yang Terserang *Helopeltis* spp.. (Sumber: Verna, 2013).

Jenis tanaman kakao yang paling berharga, jarang ditemukan dan mahal adalah kelompok Criollo. Forastero dikenal sebagai kelompok yang memiliki mutu rendah, tetapi lebih tahan terhadap penyakit. Trinitario merupakan hasil persilangan antara Criollo dan Forastero (Asare, 2011). Menurut Verna (2013) Kualitas rasa dari buah kakao tidak hanya bergantung pada varietas tanaman, tetapi juga bergantung pada jenis tanah, temperatur lingkungan dan jumlah sinar matahari yang diterima.

2.4. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2.5. :



Gambar 2.5. Kerangka Berfikir Penelitian Uji Patogenitas Beauveria bassiana terhadap Mortalitas Helopeltis spp. di Kebun Dinas Karanggedong Kabupaten Temanggung.

2.5. Hipotesis

1. *B. bassiana* meningkatkan mortalitas *Helopeltis* spp. di Kebun Dinas Karanggedong Temanggung.
2. Dosis *B. bassiana* tertentu direkomendasikan untuk pengendalian *Helopeltis* spp. pada kakao.

BAB 5

SIMPULAN & SARAN

5.1. Simpulan

Dosis *B. bassiana* mempunyai pengaruh meningkatkan persentase mortalitas *Helopeltis* spp. di Kebun Dinas Karanggedong Temanggung. Dosis *B. bassiana* yang direkomendasikan untuk pengendalian *Helopeltis* spp. pada buah kakao adalah 30g/L.

5.1. Saran

Intesitas hujan di wilayah penelitian yang tinggi menghambat pengambilan data dan menyebabkan tubuh *Helopeltis* spp. yang mati menjadi rapuh sehingga mempersulit proses inkubasi. Mengantisipasi hal tersebut, disarankan untuk penelitian uji patogenitas *B. bassiana* dilaksanakan dalam *green house*. Saran untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan penelitian tentang kandungan enzim kitinase dan protease pada *B. bassiana* dan pengaruhnya terhadap berbagai serangga.

DAFTAR PUSTAKA

Addison, W. N., F. Azari, E. S. Sorensen, M. T. Kaartinen, & M. D. McKee. 2007. Pyrophosphate Inhibits Mineralization of Osteoblast Cultures by Binding to Mineral, Up-regulating Osteopontin, and Inhibiting Alkaline Phosphatase Activity. *Journal of Biological Chemistry*, 282(21): 15872–15883.

Anggrawati, & H. Sri. 2014. Upaya Pengendalian Hayati *Helopeltis* spp., Hama Penting Tanaman *Acacia crassicarpa* dengan Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Lecanicillium lecanii*. *Tesis*. Bogor: Entomologi Institut Pertanian Bogor.

Asare, E. 2011. Modelling Cocoa Farmer Behaviour Concerning the Chemical Control of Capsid in the Sekyere Area Ashanti Region, Ghana. MPhil. *Tesis*. Kwame Nkrumah University of Science and Technology: Kumasi, Ghana.

Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos, C. I. Rumbos, & D. C. Kontodimas. 2017. Influence of Temperature and Relative Humidity on the Insecticidal Efficacy of *Metarhizium anisopliae* against Larvae of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on Wheat. *Journal of insect science*. 17(1), 22.

Atmaja, W.R. (2012): *Pengendalian Helopeltis* spp. *Secara Terpadu pada Tanaman Perkebunan*. Bogor: Unit Penerbitan dan Publikasi Balitro.

Boucias, D. G., & J. C. Pendland. 1998. *Principles of Insect Pathology*. Massachusetts (US): Kluwer Academic Publishers.

Briz, M. W. 2015. Ecosystem Research and Development Bureau Cacao (Theobroma cacao L.). *Research Information Series on Ecosystem*. 27(1).

Devi, U. K., J. Padmavathi, U. M. Rao, C. Khan, & M. C. Mohan. 2008. A Study of Host Specificity in the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* (Hypocreales, Clavicipitaceae). *Biocontrol Sci. Technol*. 18, 975–989.

Direktorat Perlindungan Perkebunnan. 2014. *Pedoman Uji Mutu dan Uji Efikasi Lapang Agens Pengendali Hayati (APH)*. Jakarta: Kementrian Pertanian.

Fiana Y, Nurbani, & D. Danial. 2015. Kajian Keefektifan Agen Hayati *Beauveria bassiana* dan Penyarungan Buah dalam Pengendalian Hama PBK di Kalimantan Timur. *Prosiding*. Seminar Masyarakat Biodiversiti Indonesia. 1(5): 1222-1226.

Gargita, D. Wayan, I. P. Sudiarta, & G. N. A. S. Wirya. 2017. Pemanfaatan Patogen Serangga (*Beauveria bassiana Bals.*) untuk Mengendalikan Hama Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis spp.*) di Desa Gadungan, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan. *Jurnal Agrotekologi Tropika*, 8(1): 11-20.

Goebel, N. L., K. A. Turk, K. M. Achilles, R. Paerl, I. Hewson & A. E. Morrison. 2010. Abundance and Distribution of Major Groups of Diazotrophic Cyanobacteria and their Potential Contribution to N_2 Fixation in the Tropical Atlantic Ocean Environment. *Microbiology*. 12: 3272–3289.

Hasnah., Sussana dan S. Husin. 2012. Keefektifan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill terhadap Mortalitas Kepik Hijau Nezara viridula L. pada Stadia Nimfa dan Imago. *Jurnal Floratek.* 7(13-24).

Hasyim, A., Nuraida & Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen terhadap Stadia Telur dan Larva Hama Kubis *Crocidolomia pavonana* Fabricius. *Journal Hortikultura*, 19(3): 334-343.

Indriyanti, D. R., I. Nuraini, & M. Slamet. 2017b. The Effect of Water Content of Medium Containing *Oryctes rhinoceros* Larvae on *Metarhizium anisopliae* Pathogenicity. *Biosaintifika*, 9 (2): 363-369.

Indriyanti, D. R., S. Mahmudah, & M. Slamet. 2017a. Effect Of *Beauveria bassiana* Doses On *Spodoptera Litura* Mortality. *International Journal Of Scientific & Technology Research.* 6 (9): 206-210.

Jalloh, M. 2015. Impact of pesticides application and farm management practices on soil dwelling arthropods in selected cocoa farms in the eastern region of Ghana. *Tesis*. Department of Crop and Soil Sciences, Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST).

Kalshoven, L. G. E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Jakarta: Ichtiar Baru-van Hoeve.

Karmawati, E. 2010. Pengendalian Hama *Helopeltis* spp. pada Jambu Mete Berdasarkan Ekologi: Strategi dan Implementasi. *Majalah Pengembangan Inovasi Pertanian,* 3: 102-119.

Kementrian pertanian. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.

Kresnawati I., A. Budiani, A. Wahab, & T. W. Darmono. 2010. Aplikasi biokaolin untuk perlindunganbuah kakao dari serangan PBK, *Helopeltis spp.* dan *Phytophthora palmivora. Menara Perkebunan,* 78(1): 25-31.

Ligozzi, M., L. Maccacaro, M. Passilongo, E. Pedrotti, G. Marchini, R. Koncan, G. Cornaglia, A.R. Centonze & G. Lo Cascio. 2014. A Case of *Beauveria bassiana* Keratitis Confirmed by Internal Transcribed Spacer and LSU rDNA D1–D2 Sequencing. *New Microbs and New Infectionss,* Hal: 1-4.

Manurung, E. M., M. C. Tobing, L. Lubis, L. & H. Priwiratama. 2012. Efikasi beberapa Formulasi *Metarhizium anisoplie* terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di Insektarium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*,1(1).

Melina, S., E. Martono, & Y. A. Trisyono. 2016a. Confirmation that Helopeltis species attacking cacao in Yogyakarta is *Helopeltis bradyi* Waterhouse, not *Helopeltis antonii* Signoret (Heteroptera: Miridae). *Indonesian Journal of Entomology*, 13(1): 9–20.

Melina, S., E. Martono, Y. A. Trisyono, A. Moechtar, & R. Radek. 2016b. Morphology of adult *Helopeltis bradyi* (Heteroptera: Miridae) of Java, resolving a longstanding species uncertainty. *North-Western Journal Of Zoology*, 12(1): 110-121.

Munier F. F. 2005. *Pengkajian Pengembangan Sistem Usaha Tani Integrasi Kambing Kakao*. Sulawesi Tengah: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Panggalo, N. A., M. Yunus, & N. Khasanah. 2014. Inventarisasi Predator Hama *Helopeltis* spp. (Hemiptera: Miridae) pada Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao* L.) di Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Jurnal Agroteknologi Bisnis*. 2(2) : 121-128.

Prayogo, Y, W. Tengkano & Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen Metarhizium anisopliae untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. *J. Litbang Pertanian*. 24(1): 19-23.

Purwaningsih A, G. Mudjiono, & S. Karindah. 2014. Pengaruh Pengelolaan Habitat terhadap Serangan Penggerek Buah *Conopomorpha cramerella* dan Kepik *Helopeltis antonii* pada Kakao. *Jurnal TDIP*. 1(3): 149-156.

Rosfiansyah. 2009. *Pengaruh Aplikasi Beauveria Bassiana (Bals.) Vuill.*.Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. IPB : Bogor.

Rustam, R., M. P. Sucahyono, & D. Salbiah. 2014. Biology of *Helopeltis theivora* (Hemiptera: Miridae) on *Acasia Mangium* Willd. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology*, 4(5): 62-65.

Sianturi, N. B., Y. Pangestiningsih, & L. Lubis. 2014. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch) terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj. (Lepidoptera : Pyralidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(4): 1607-1613.

Siswanto, Muhammad, R., Omar, D., Karmawati, E. (2008): Population Fluctuation of *Helopeltis antonii* Signoret on Cashew *Anacarcium occidentalle* L., in Java, Indonesia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science.*31:191-196.

Srikumar, K. K., & P. S. Bhat. 2013. Biology and feeding behaviour of *Helopeltis antonii* (Hemiptera: Miridae) on Singapore cherry (*Muntingia calabura*)-a refuge host. *Journal of Entomological Research*, 37(1): 11-16.

Surtikanti & M. Yasin. 2009. Keefektifan Entomopatogenik *Beauveria bassiana* (Vuill.) dari Berbagai Media Tumbuh terhadap *Spodoptera litura* F. di Laboratorium. *Prosiding Seminar Nasional Serellia*. Hal: 352-362.

Susanti, U., D. J. Salbiah, & H. Loah. 2013. Uji Beberapa Konsentrasi *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin Untuk Mengendalikan Hama Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.) Pada Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Universitas Riau*.

Urquiza, A. P & N. O. Keyhani. 2016. Molecular Genetic of *Beauveria bassiana* Infection of insects. *Advance in Genetic*. Elsevier.

Verna, R. 2013. The History and Science of Chocolate. *Malaysian Journal Pathology*, 35(2): 111 – 121.

Wu, S., Y. Gao, Y. Zhang, E. Wang, X. Xu, & Z. Lei. 2014. An Entomopathogenic Strain of *Beauveria bassiana* against *Frankliniella occidentalis* with no Detrimental Effect on the Predatory Mite *Neoseiulus barkeri*: Evidence from Laboratory Bioassay and Scanning Electron Microscopic Observation. *PLOS ONE* 9(1):84732.

Yulin G., S.R. Reitz , J. Wang , P. Tamez-Guerra , E. Wang , X. Xu & Z. Lei. 2012. Potential Use of the Fungus *Beauveria bassiana* Against Thewestern Flower Thrips *Frankliniella occidentalis* without Reducing the Effectiveness of its Natural Predator *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae), *Biocontrol Science and Technology*, 22(7): 803-812.

Yuniarti, F., A. & K. Rahayu. 2013. *Perkembangan Status Serangan Helopeltis antonii pada Tanaman Kakao di Wilayah Kerja BPTTP Surabaya*. Surabaya: BBTTPP.

Zhang, D., & L. Motilal. 2016. Origin, Dispersal, and Current Global Distribution of Cacao Genetic Diversity. Springer.